

PATENT  
2080-3-213  
Customer No: 035884

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re application of:  
Jung Sig Jun  
Serial No:  
Filed: Herewith  
For: CARRIER RECOVERY DEVICE OF DIGITAL TV  
RECEIVER

Art Unit:  
  
Examiner:

TRANSMITTAL OF PRIORITY DOCUMENT

Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450


Dear Sir:

Enclosed herewith is a certified copy of Korean patent application No. 10-2002-86868 which was filed on December 30, 2002, and from which priority is claimed under 35 U.S.C. Section 119 and Rule 55.

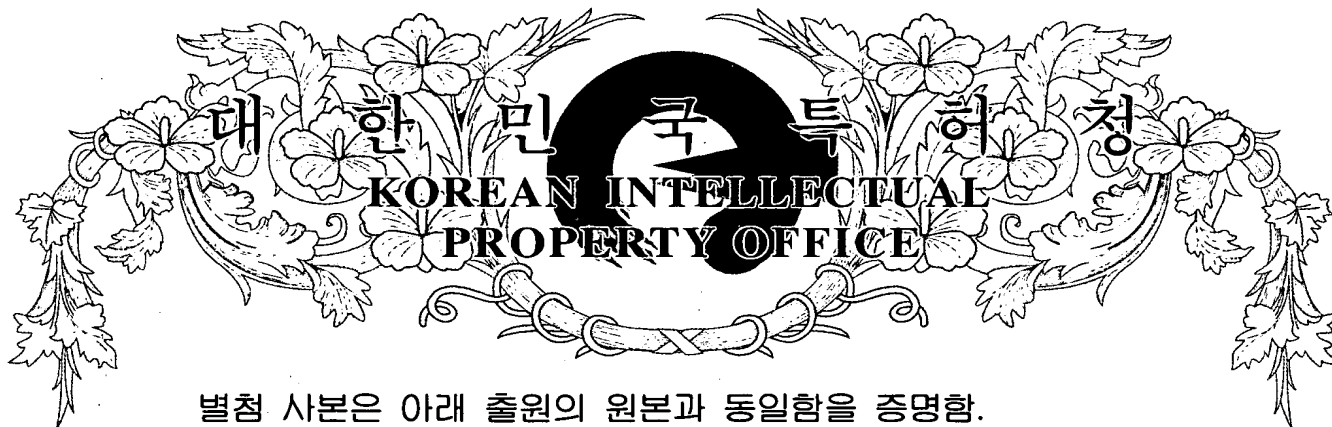
Acknowledgment of the priority document(s) is respectfully requested to ensure that the subject information appears on the printed patent.

Respectfully submitted,

Date: December 30, 2003

By:   
Jonathan Y. Kang  
Registration No. 38,199  
F. Jason Far-Hadian  
Registration No. 42,523  
Amit Sheth  
Registration No. 50,176  
Attorney for Applicant(s)

LEE, HONG, DEGERMAN, KANG & SCHMADEKA  
801 S. Figueroa Street, 14th Floor  
Los Angeles, California 90017  
Telephone: (213) 623-2221  
Facsimile: (213) 623-2211



별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto is a true copy from the records of the Korean Intellectual Property Office.

출원번호 : 10-2002-0086868  
Application Number

출원년월일 : 2002년 12월 30일  
Date of Application DEC 30, 2002

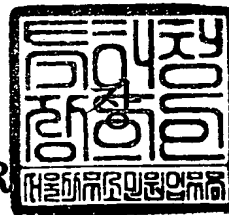
출원인 : 엘지전자 주식회사  
Applicant(s) LG Electronics Inc.



2003      년      12      월      22      일

특      허      청

COMMISSIONER





919980000221



10111010000000000000

방식 심사 란	담	당	심	사	관

【서류명】 특허출원서

【권리구분】 특허

【수신처】 특허청장

【참조번호】 0037

【제출일자】 2002.12.30

【국제특허분류】 H04N

【발명의 국문명칭】 반송파 복구 장치

【발명의 영문명칭】 Apparatus for recovering carrier

【출원인】

【명칭】 엘지전자 주식회사

【출원인코드】 1-2002-012840-3

【대리인】

【성명】 김용인

【대리인코드】 9-1998-000022-1

【포괄위임등록번호】 2002-027000-4

【대리인】

【성명】 심창섭

【대리인코드】 9-1998-000279-9

【포괄위임등록번호】 2002-027001-1

【발명자】

【성명의 국문표기】 전정식

【성명의 영문표기】 JUN, Jung Sig

【주민등록번호】 670130-1102111

【우편번호】 463-500

【주소】 경기도 성남시 분당구 구미동 88 까치마을 203-306호

【국적】 KR

【심사청구】 청구

【취지】 특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정에 의한 출원심사를 청구합니다.

대리인

김용인 (인)

대리인

심창섭 (인)

【수수료】

【기본출원료】	20	면	29,000	원
---------	----	---	--------	---

【가산출원료】	8	면	8,000	원
---------	---	---	-------	---

【우선권주장료】	0	건	0	원
----------	---	---	---	---

【심사청구료】	6	항	301,000	원
---------	---	---	---------	---

【합계】			338,000	원
------	--	--	---------	---

【첨부서류】 1. 요약서· 명세서(도면)\_1통

## 【요약서】

### 【요약】

다중 경로 잡음에 강한 DTV 수신기의 반송파 복구 장치에서 반송파 신호 뿐 아니라 데이터 구간에 존재하는 반송파의 위상 오차 성분까지 사용하여 반송파 복구를 수행하는 것으로, 반송파 복구부가 정상적인 동작을 할 수 없는 경우에도 직교 진폭 변조 방식, 가드너(Gardner) 방식의 심볼 타이밍 복구 알고리즘 그리고 비선형 처리방식을 활용하여 반송파 복구를 수행할 수 있도록 하여, 수신 신호에 반송파 신호와 나이퀴스트 슬롯에 있는 신호 성분들이 없어진 경우에도 반송파 복구가 가능하도록 하여 디지털 수신기의 성능을 향상시킬 수 있다.

### 【대표도】

도 6

### 【색인어】

반송파 복구, 가드너 위상 오차 검출, 나이퀴스트 슬롯

【명세서】

【발명의 명칭】

반송파 복구 장치{Apparatus for recovering carrier}

【도면의 간단한 설명】

도 1은 일반적인 디지털 TV 수신기의 구성 블록도

도 2는 일반적인 공중파 신호의 주파수 특성을 보인 스펙트럼도

도 3은 도 1의 반송파 복구부의 상세 블록도

도 4a와 도 4b는 1 심볼 지연의 선형 잡음이 있는 경우의 공중파 신호의 주파수 특성을 보인 스펙트럼도

도 5a와 도 5b는 10 심볼 지연의 선형 잡음이 있는 경우의 공중파 신호의 주파수 특성을 보인 스펙트럼도

도 6은 본 발명의 제 1 실시예에 따른 반송파 복구 장치의 구성 블록도

도 7은 파일럿 신호와 나이퀴스트 슬롭 특성을 나타낸 스펙트럼도

도 8은 본 발명의 제 2 실시예에 따른 반송파 복구 장치의 구성 블록도

도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명

601.801. A/D 변환기

602.802. 고정 발진기

603.803. 위상 발진기

604.804. 제 1 복소 곱셈기

605.805. 제 1 NCO

606.806. 디지털 처리부

607.807. 제 2 복소 곱셈기

608.808. 제 2 NCO

609.610. 제 1,2 제곱기

611.811. 뺄셈기

612.812. 통과 대역 필터

613.813. 가드너 위상 오차 검출기

809.810. 제 1.2 절대값 계산부

【발명의 상세한 설명】

【발명의 목적】

【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래 기술】

본 발명은 디지털 티브이 수신기에 관한 것으로, 특히 다중 경로 잡음에 강한 DTV 수신기의 반송파 복구 장치에 관한 것이다.

현재, 한국 및 미국의 디지털 TV(이하, DTV라 칭함.) 방송 규격으로 채택된 잔류 측파대(VSB) 방식은 기존의 아날로그 TV 방송용으로 할당된 주파수를 이용하여 방송 신호를 보내도록 되어 있다.

그러나 기존의 아날로그 TV 방송에 주는 영향을 최소화 하기 위하여 DTV 신호의 세기를 아날로그 TV 신호 세기에 비해 아주 작은 크기로 전송한다.

물론, DTV 신호 내에는 잡음의 영향을 줄이기 위하여 여러 가지 부호화 방식 및 채널 등화기 등이 사용되어 신호의 세기가 작더라도 DTV 신호의 수신에는 문제가 없도록 규격이 결정되어 있다.

그러나 전송 채널의 상황이 아주 열악하면 신호를 제대로 수신할 수 없다.

통상적으로 DTV 전송 방식은 방송 수신시 전송 채널상에서 발생하는 잡음을 완전히 제거하여 전혀 잡음이 없는 화면을 볼 수 있는 장점이 있는 반면에 전송 신호를 완전히 복원하지 못하면 화면을 아예 볼 수 없다는 단점이 있으므로, 수신기는 어떠한 열악한 전송 채널을 통과한 신호라 하더라도 모두 수신할 수 있도록 하

여야 한다.

이하, 첨부된 도면을 참고하여 종래 기술의 DTV 수신기에 관하여 설명한다.

도 1은 일반적인 디지털 TV 수신기의 구성 블록도이고, 도 2는 일반적인 공중파 신호의 주파수 특성을 보인 스펙트럼도이다.

일반적인 VSB 방식의 디지털 TV 수신기는 VSB 방식으로 변조된 RF(Radio Frequency)신호가 안테나(101)를 통해 수신되면 튜너(102)는 사용자가 원하는 특정 채널 주파수만을 선택한 후 상기 채널 주파수에 실려진 RF 대역의 VSB 신호를 중간 주파수 대역(IF; 보통 44MHz이나 아날로그 TV 방송의 경우 43.75MHz가 널리 사용됨)으로 내리고 타채널 신호를 적절히 걸러낸다.

그리고, 임의의 채널의 스펙트럼을 IF의 통과 대역 신호로 변환하는 튜너(102)의 출력 신호는 인접 채널 신호의 제거, 잡음 신호 제거의 기능으로 채용된 소오(Surface Acoustic Wave ; SAW) 필터(102)를 통과하게 된다.

이때, 디지털 방송 신호는 일 예로, 44MHz의 중간 주파수로부터 6MHz의 대역 내에 모든 정보가 존재하므로 SAW 필터(103)에서는 튜너(102)의 출력으로부터 정보가 존재하는 6MHz의 대역만 남기고 나머지 구간을 모두 제거한 후 중간 주파수 증폭기(104)로 출력한다.

상기 중간 주파수 증폭기(104)는 후단의 A/D 변환기(105)로 출력되는 신호의 크기를 항상 같게 하기 위하여 상기 SAW 필터(103)에서 출력되는 신호에 이미 계산된 이득(gain) 값을 곱해준다.

즉, A/D 변환기(105)의 입력 신호의 크기를 항상 일정하게 하기 위하여 중간

주파수 증폭기(104)에서 입력 신호의 이득을 조절하게 되는데, 이에 대한 정보는 아날로그 신호에서 바로 추출할 수 있고, A/D 변환기(105) 후단의 디지털 블록에서 추출하여 전달할 수도 있다. 상기 A/D 변환기(105)로 입력되는 신호는 6MHz의 통과대역 신호이다. 따라서, 중간 주파수 증폭기(104)에서는 A/D 변환기(105)로 입력되는 6MHz의 모든 신호에 대하여 항상 일정한 크기를 가질 수 있도록 이득 조절을 한다.

따라서, 상기 A/D 변환기(105)는 항상 같은 크기의 신호를 상기 중간 주파수 증폭기(104)로부터 입력받아 디지털화한다.

상기 A/D 변환기(105)에서 디지털화된 통과대역 신호는 반송파 복구부(106)에서 기저대역으로 천이된 후 DC 제거기(107)로 출력된다. 이때, 상기 반송파 복구부(106)에서 반송파 복구시 사용된 반송파 신호는 반송파 복구 후에 주파수가 0Hz인 DC 성분으로 변한다.

즉, 상기 DC 성분은 반송파 복구부에서 반송파 복구를 수행할 수 있도록 하기 위하여 송신부에서 송신 신호에 강제로 삽입한 것이다. 그러므로, 반송파 복구가 수행된 후에는 송신부에서 삽입된 DC 성분은 필요가 없다. 따라서, 상기 DC 제거기(107)는 상기 반송파 복구부(106)에서 출력되는 기저대역의 신호로부터 DC 성분을 검출하여 제거한다.

상기 DC 성분이 제거된 기저대역의 디지털 신호는 동기화부(109)와 채널 등화기(109)로 출력된다.

통상, 그랜드 얼라이언스(GA)에서 제안한 VSB 전송 방식은 다른 DTV 전송 방

식에 비해 가장 주목할 만한 특성은 파일럿 신호, 데이터 세그먼트 동기 신호, 그리고 펄드 동기 신호라도 볼 수 있다. 이러한 신호들은 캐리어 복구와 타이밍 복구 등의 특성을 향상시키기 위해 송신부에서 삽입하여 전송한다.

따라서, 상기 동기화부(108)는 상기 DC 제거된 신호로부터 송신시 삽입되었던 데이터 세그먼트 동기 신호, 펄드 동기 신호들을 복원한다. 이렇게 구해진 동기 신호들은 채널 등화기(109), 위상 보정기(110), 및 FEC부(111)로 출력된다.

상기 채널 등화기(109)는 상기 기저 대역의 디지털 신호와 동기 신호를 이용하여 상기 기저대역의 디지털 신호에 포함된 심볼간 간섭을 일으키는 진폭의 선형 왜곡, 건물이나 산등에서 반사되어 생기는 고스트 등을 제거한 후 위상 보정기(110)로 출력한다.

상기 위상 보정기(110)는 상기 채널 등화기(109)의 출력 신호로부터 상기 튜너(102)에서 야기된 잔류 위상 잡음을 제거하여 FEC부(111)로 출력한다. 상기 FEC부(111)는 상기 동기 신호들을 이용하여 위상 잡음이 제거된 신호로부터 송신 심볼을 복구하여 트랜스포트 스트림 형태로 출력한다.

이때, 도 1을 보면, 모든 아날로그 처리 과정을 거친 신호는 A/D 변환기(105)에서 디지털 신호로 변환된 후 반송파 복구부(106)로 출력된다. 따라서, 상기 반송파 복구부(106) 후단의 모든 디지털 처리 블록들은 반송파 복구부(106)에서 반송파 복구가 이루어지지 않으면 정상적인 동작을 할 수 없다.

도 2는 현재 한국과 미국의 DTV 규격에 정의된 공중파 신호의 주파수 특성을 보여준다. 각 채널마다 중심 주파수(fc) 및 파일럿(pilot) 주파수(fp)는 다르지만

여기서는, 중심 주파수를  $f_c$ , 파일럿 주파수를  $f_p$ 로 표기하기로 한다.

일 예로, 각 지상파 채널의 대역폭(width)은 6MHz의 가장 중간의 주파수가 중심 주파수( $f_c$ )이고, 전송 신호상 반송파 신호가 존재하는 주파수를 파일럿 주파수( $f_p$ )라 한다. 이때, 반송파 대신에 파일럿이라는 용어를 사용하는 것은 기존에 방송중인 아날로그 TV 신호에 DTV 신호가 영향을 주지 않도록 하기 위하여 반송파 신호의 크기를 아주 작도록 줄여(약 13dB) 전송하기 때문이다.

따라서, DTV 수신기내의 반송파 복구부(106)에서는 전송 신호의 주파수 상에 존재하는 파일럿 주파수( $f_p$ )의 위치를 정확하게 복원하여 이를 기저대역 신호로 변환한다.

현재 반송파 복구부(106)의 가장 일반적인 알고리즘으로는 도 3과 같이 FPLL(Frequency Phase Locked Loop)이라는 것을 사용하는데, 그 회로의 구현이 간단하며 성능이 우수하여 많이 사용하고 있다. 즉, FPLL로 구성된 반송파 복구부(106)는 상기 A/D 변환기(105)에서 출력되는 통과 대역의 I, Q 신호를 기저대역의 I, Q 신호로 복조하여 주파수와 위상을 록킹한다.

이와 같은 DTV 수신기에서의 반송파 복구부의 구성 및 선형 잡음 특성을 설명하면 다음과 같다.

도 3은 도 1의 반송파 복구부의 상세 블록도이다.

그리고 도 4a와 도 4b는 1 심볼 지연의 선형 잡음이 있는 경우의 공중파 신호의 주파수 특성을 보인 스펙트럼도이고, 도 5a와 도 5b는 10 심볼 지연의 선형 잡음이 있는 경우의 공중파 신호의 주파수 특성을 보인 스펙트럼도이다.

도 3에서 보면, A/D 변환기(105)에서 디지털화된 통과대역의 I, Q 신호는 복소 곱셈기(301)로 입력된다.

상기 복소 곱셈기(301)는 반송파 복구가 이루어진 복소 반송파 즉, 정현파(SIN)와 여현파(COS)를 NCO(Numerically Controlled Oscillator)(308)를 통해 입력받은 후 상기 A/D 변환기(105)를 통해 출력되는 통과대역의 I, Q 신호와 각각 곱하여 통과 대역의 I, Q 신호를 기저대역의 I, Q 신호로 천이시킨다.

상기 기저대역의 I, Q 신호는 DC 제거기(107)로 출력됨과 동시에 반송파 복구를 위해 기저대역의 I 신호는 제 1 저역 통과 필터(302)로 출력되고, 기저대역의 Q 신호는 제 2 저역 통과 필터(303)로 출력된다.

이때, 반송파를 복구하는 반송파 복구부(106)에서는 6MHz의 대역폭 중 파일럿 주파수(fp)가 존재하는 주파수 주변의 신호만을 필요로 한다. 따라서, 상기 제 1, 제 2 저역 통과 필터(302, 303)는 데이터 성분들이 존재하는 나머지 주파수 성분을 I, Q 신호로부터 제거하여 데이터에 의하여 반송파 복구부의 성능이 저하되는 것을 방지한다.

즉, 기저대역의 I, Q 신호에서 파일럿 신호는 DC 성분으로 변하게 된다. 엄밀하게는, DC 성분 주변의 주파수 성분으로 변한다. 이는 입력되는 신호의 반송파 주파수 성분과 NCO(308)에서 생성된 반송파 주파수 성분의 차이에 의하여 발생된다.

따라서, DC 주변의 성분만 있으면 반송파 복구는 가능하므로, DC 성분 주변의 신호를 제외한 나머지 데이터 성분을 제 1, 제 2 저역 통과 필터(302, 303)에서 제거한다.

상기 제 1 저역 통과 필터(302)의 출력은 지연기(303)로 입력된다. 상기 지연기(303)는 데이터 성분이 제거된 I 신호  $i_{LPF}(t)$ 를 일정시간 지연시켜 부호 추출기(304)로 출력한다. 이때, 상기 제 1 저역 통과 필터(302)에서 출력되는 파일럿 성분의 I 신호가 지연기(303)를 통과하면서 정확히 DC 성분으로 파일럿이 변하지 않으면 그 만큼에 해당하는 위상 오차가 발생한 것이다.

따라서, 상기 지연기(303)는 입력되는 통과대역 신호의 파일럿 주파수 성분과 NCO(308)의 반송파 주파수 성분의 차이를 위상 오차의 형태로 변환시켜 부호 추출기(304)로 출력한다.

상기 부호 추출기(304)는 상기 지연기(303)에서 출력되는 신호의 부호만을 추출하여 곱셈기(306)로 출력한다. 상기 곱셈기(306)는 상기 I 신호의 부호와 데이터 성분이 제거된 Q 신호  $q_{LPF}(t)$ 와 곱한 후 위상 오차로서 루프 필터(307)로 출력한다.

상기 루프 필터(307)는 입력되는 위상 오차를 여과하고 적산하여 NCO(308)로 출력하고, 상기 NCO(308)는 상기 루프 필터(307)의 출력에 비례하는 복소 반송파(COS, SIN)를 생성해 내어 상기 복소 곱셈기(301)로 출력한다. 상기 복소 반송파는 이전에 비해 좀 더 입력되는 신호의 반송파 주파수 성분에 가까운 신호가 된다.

이러한 과정을 반복하면 입력되는 신호의 반송파 주파수 성분과 거의 비슷한 반송파 주파수 신호가 NCO(308)에서 발생되어 복소 곱셈기(301)로 출력되고, 복소

곱셈기(301)는 통과대역의 신호를 원하는 기저대역의 신호로 천이시킨다.

즉, 입력되는 통과 대역에 존재하는 반송파 신호 성분인 파일럿의 주파수와 NCO(308)에서 발생하는 반송파 신호의 주파수 성분이 정확하게 일치한다면 반송파 복구부(106)의 역할은 끝난 것이다.

그러나, 실제 상황에서는 NCO(308)의 자연적인 특성과 전송 선로의 특성의 영향으로 서로 비슷한 주파수 성분을 가지고 있을 뿐 두 개의 반송파 신호의 주파수가 정확하게 일치되지는 않는다. 따라서, 반송파 복구부(106)에서는 서로 불일치되는 주파수 성분을 보정하여 NCO(308)의 주파수를 바꾸어 두 개의 반송파 신호의 주파수가 일치되도록 해준다.

만약, 입력 신호에 선형 잡음이 없는 경우에는 데이터의 크기와 파일럿의 크기의 상대적인 크기는 항상 일정하여 반송파 복구부(106)에 전혀 영향이 없다.

그러나, 선형 잡음(ghost)이 있는 경우는 선형 잡음의 지연 시간과 위상 차이에 의하여 데이터의 크기와 파일럿의 상대적인 크기가 변하게 된다.

도 4a는 위상 차이가  $0^\circ$  일 때, 도 4b는 위상 차이가  $180^\circ$  일 때의 잡음의 시간 지연이 1심볼 구간 정도인 경우에 해당하는 통과대역 주파수의 모양을 나타낸 것이다.

도 2의 주파수 특성과 비교했을 때, 도 4a의 경우는 파일럿의 크기가 데이터의 크기에 비하여 상대적으로 더 크다. 반대로, 도 4b의 경우는 파일럿의 크기가 데이터의 크기보다 더 작다.

그리고 도 5a는 위상 차이가  $0^\circ$  일 때, 도 5b는 위상 차이가  $180^\circ$  일 때의

잡음의 시간 지연이 약 10심볼 구간 정도인 경우에 해당하는 통과대역 주파수의 모양을 나타낸 것이다.

도 5a의 경우는 파일롯의 크기가 데이터의 크기에 비하여 상대적으로 더 크나, 도 5b의 경우는 파일롯의 크기가 데이터의 크기보다 더 작다.

이와 같이 도 4b와 도 5b에서와 같은 경우에는 파일롯 신호의 크기가 작아서 반송파 복구를 위한 정보의 대부분이 손실되어 반송파 복구를 정확하게 할 수 없는 경우가 발생한다.

#### 【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

그러나 이와 같은 종래 기술의 DTV 수신기의 반송파 복구 장치는 다음과 같은 문제점이 있다.

종래 기술의 반송파 복구 장치에서는 파일롯 신호의 크기가 작아서 반송파 복구를 위한 정보의 대부분이 손실되어 반송파 복구를 정확하게 할 수 없는 경우가 발생한다.

이러한 경우 A/D 변환기의 입력 신호의 크기를 크게 하면 문제가 해결되겠지만, 다른 디지털 처리부의 성능이 저하되는 단점이 발생한다.

또한 수신 신호에 아주 심한 선형 잡음이 있는 경우는 반송파 신호 성분이 존재하는 주파수 신호가 완전히 없어지는 경우가 있다. 이러한 경우에는 반송파 신호가 존재하는 주파수 성분만을 검출하여 반송파 복조를 하는 형태의 반송파 복조기는 전혀 동작을 할 수 없다.

모든 아날로그 처리과정을 거친 신호는 A/D에서 디지털 신호로 변형된 다음

가장 먼저 거치는 블록이 반송파 복조기이므로 반송파 복구가 이루어지지 않으면 모든 디지털 신호 처리부가 정상적인 동작을 할 수 없다.

본 발명은 이와 같은 종래 기술의 DTV 수신기의 반송파 복구 장치의 문제를 해결하기 위한 것으로, 수신된 신호에 아주 심한 선형 잡음이 존재하여 반송파 신호 성분에 해당하는 주파수 성분이 완전히 없어진 경우에도 존재하는 반송파 신호(pilot)와 수신된 모든 데이터 신호를 동시에 활용하여 반송파 복구를 할 수 있도록한 반송파 복구 장치를 제공하는데 그 목적이 있다.

#### 【발명의 구성】

이와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 반송파 복구 장치는 직교 진폭 변조 방식을 사용하여 반송파 주파수 뿐 아니라 다른 주파수에 존재하는 반송파의 위상 차에 대한 정보를 활용하여 반송파 복구를 수행하는 것을 특징으로 한다.

이를 위한 본 발명에 따른 반송파 복구 장치는 고정 주파수에 의해 디지털 변환된 통과 대역 신호의 위상을 분리하는 위상 분리기; 위상 분리된 실수 신호, 직교 신호를 위상 오차에 비례하는 복소 반송파와 복소 곱셈하여 두 개의 기저 대역 신호  $i(t), q(t)$ 로 변형하는 제 1 복소 곱셈기; 상기 기저 대역 신호  $i(t), q(t)$ 를 이용하여 유사 오프셋 직교 진폭 변조 신호  $i'(t), q'(t)$ 를 출력하는 제 2 복소 곱셈기; 상기  $i'(t), q'(t)$ 를 각각 비선형 연산한후 서로 감산하여 나이퀴스트 슬롯에 위치하는 성분들의 주파수를 변환하는 제 1, 2 곱셈기 및 뺄셈기; 변환된 신호중에서 반송파의 주파수 성분에 해당하는 성분만을 추출하는 통과 대역 필터; 필터링된 신

호의 위상 오차를 검출하는 가드너 위상 오차 검출기; 검출된 위상 오차를 여과하고 이에 비례하는 복소 반송파를 생성하여 제 1 복소 곱셈기로 출력하는 필터 및 발진기를 포함하는 것을 특징으로 한다.

본 발명에 따른 반송파 복구 장치는 수신 신호에 반송파 신호와 나이퀴스트 슬롯에 있는 신호 성분들이 없어진 경우에도 반송파 복구가 가능하도록, 두 개의 유사 오프셋 직교 진폭 변조 신호의 절대값을 계산하고 감산하기 위한 제 1, 2 절대값 계산부와 뺄셈기를 포함하는 것을 특징으로 한다.

본 발명의 다른 목적, 특징 및 잇점들은 첨부한 도면을 참조한 실시예들의 상세한 설명을 통해 명백해질 것이다.

이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예의 구성과 그 작용을 설명하며, 도면에 도시되고 또 이것에 의해서 설명되는 본 발명의 구성과 작용은 적어도 하나의 실시예로서 설명되는 것이며, 이것에 의해서 상기한 본 발명의 기술적 사상과 그 핵심 구성 및 작용이 제한되지는 않는다.

도 6은 본 발명의 제 1 실시예에 따른 반송파 복구 장치의 구성 블록도이고, 도 7은 파일럿 신호와 나이퀴스트 슬롯 특성을 나타낸 스펙트럼도이다.

본 발명에서는 전송 채널 상에 심한 다원 경로에 의한 잡음(Ghost)가 존재하는 경우에도 반송파 복구가 가능하도록 하여 DTV 수신기의 성능을 향상시키고자 한다.

입력되는 수신 신호에 심한 선형 잡음이 존재하여 반송파 신호가 존재하는 주파수 신호가 완전히 없어진 경우는 반송파 복구를 위하여 송신부에서 삽입한 반

송파 신호, 즉 파일럿 신호는 전혀 역할을 할 수 없다.

따라서 송신부에서 반송파 신호를 삽입하지 않고 전송하여 수신하는 다른 디지털 전송 방식, 예를 들면 직교 진폭 변조(Quadrature Amplitude Modulation : QAM)등에서 사용하는 반송파 복구 알고리즘을 활용하여 반송파 복구를 하여야만 반송파 복구가 가능하다.

직교 진폭 변조 방식을 사용하는 디지털 전송 방식에서의 반송파 복구는 수신 신호에 아예 반송파 신호가 없으므로 수신 신호의 모든 데이터로 부터 반송파 신호의 주파수 및 위상 오차를 검출하여 반송파 복구를 수행한다.

물론, 수신 신호에 반송파 신호가 존재하는 VSB 방식이 수신된 모든 신호로 부터 반송파 복구를 수행하는 방식이 보다는 반송파 복구부의 성능이 우수하지만, 전송 채널 상에 존재하는 잡음으로 인하여 반송파 신호가 완전히 없어지면 반송파 복구가 불가능하다.

그러므로 본 발명에서는 수신된 신호에 존재하는 반송파 신호(pilot)와 수신된 모든 데이터 신호를 동시에 활용하여 반송파 복구를 할 수 있도록 한다.

본 발명에 따른 반송파 복구 장치의 실시예는 직교 진폭 변조 방식, 가드너(Gardner) 방식의 심볼 타이밍 복구 알고리즘 그리고 비선형 처리방식을 활용하여 반송파 복구를 수행하는 것을 포함한다.

또한, 본 발명의 실시예는 고정 발진기(Fixed oscillator)를 사용하여 아날로그 신호를 디지털 신호로 변형하는 것을 포함한다.

본 발명의 제 1 실시예에 따른 반송파 복구 장치는 먼저, 입력되는 아날로그

의 통과 대역(passband) 신호를 고정 발진기(Fixed Oscillator)(602)의 출력 주파수를 사용하여 디지털의 통과 대역 신호로 변환하는 A/D 변환기(601)와, A/D 변환기(601)에서 출력되는 디지털 신호를 실수 신호(real signal)와 직교 신호(quadrature signal)로 나누는 위상 분리기(phase splitter)(603)와, 통과 대역의 실수와 직교 두개의 신호와 제 1 NCO(Numerically Controlled Oscillator; NCO #1)(605)에서 출력되는 위상 오차에 비례하는 복소 반송파와 복소 곱셈을 수행하여 두개의 기저 대역(baseband) 신호,  $\{i(t), q(t)\}$ ,로 변형하여 실수의 기저 대역 신호,  $i(t)$ 는 디지털 처리부(digital processor)(606)와 제 2 복소 곱셈기(607)로 전달하고, 직교의 기저 대역 신호,  $q(t)$ 는 제 2 복소 곱셈기(607)로 출력하는 제 1 복소 곱셈기(complex multiplier)(604)와, 제 1 복소 곱셈기(604)의 실수의 기저 대역 신호,  $i(t)$ 와 직교의 기저 대역 신호,  $q(t)$ 를 제 2 NCO(NCO #2)(608)의 출력 신호에 의하여 새로운 통과 대역 신호 즉, 유사 오프셋 직교 진폭 변조 신호  $i'(t), q'(t)$ 로 변형하는 제 2 복소 곱셈기(607)와, 제 2 복소 곱셈기(607)에서 출력되는 실수와 직교의 두 개의 유사 오프셋 직교 진폭 변조(Like Offset QAM) 신호를 각각 비선형 연산하는 제 1,2 제곱기(609)(610)와, 제 1,2 제곱기(609)(610)의 출력 신호를 뺄셈 연산하는 뺄셈기(611)와, 뺄셈기(611)의 출력으로부터 반송파의 주파수에 해당하는 성분만을 추출하는 통과 대역 필터(band pass filter)(612)와, 필터링된 신호의 위상 오차를 검출하는 가드너 위상오차 검출기(613)와, 가드너 위상 오차 검출기(613)의 출력을 저역 통과 필터링하여 반송파 복구가 가능하도록 제 1 NCO(605)로 출력하는 루프 필터(614)를 포함하고 구성된다.

여기서, 제 2 복소 곱셈기(607)에서 출력되는 새로운 통과 대역 신호는 파일럿 주파수의 위치가 A/D 변환기(601)에 입력되는 고정 발진기(602)의 출력 주파수의 1/8에 해당하는 주파수에 위치한다.

만약 고정 주파수의 출력 주파수가 심볼 클럭 주파수의 2배이면, 제 2 복소 곱셈기(607)의 두개의 출력 신호는 오프셋 직교 진폭 변조(Offset QAM) 신호와 동일한 형태가 된다.

그러나 고정 발진자를 사용하여 아날로그 신호를 디지털 신호로 변형하는 경우에는 심볼 클럭 주파수의 2배 보다 큰 출력 주파수를 가지는 고정 발진기를 사용하여 하므로 제 2 복소 곱셈기(607)의 출력인 새로운 통과 대역 신호는 오프셋 직교 진폭 변조 신호는 아니지만 아주 이와 유사한 신호이다.

따라서, 이를 유사 오프셋 직교 진폭 변조(Like Offset QAM) 신호라 한다.

또한, 제 2 NCO(608)에 입력되는 제어 신호는 항상 "0"이 되도록 하여 추가적인 위상 오차를 발생시키지 않도록 한다.

그리고 제 2 복소 곱셈기(607)의 출력인 실수와 직교인 두개의 유사 오프셋 직교 진폭 변조 신호는 비선형 연산기인 제 1,2 제곱기(609)(610)를 각각 통과하고 제 1,2 제곱기(609)(610)의 출력은 뺄셈기(611)로 입력되어 뺄셈 연산을 거치게 된다.

여기서, 뺄셈기(611)의 출력 신호에서 보면 두개의 제 1,2 제곱기(609)(610)에 입력되는 반송파 신호 성분의 주파수는 고정 발진기(602)의 출력 주파수의 1/4에 해당하는 주파수로 변환되며, 반송파 주변의 신호 또한 고정 발진기의 출력 주

파수의  $1/4$ 에 해당하는 주파수로 변환된다.

물론, 반송파 주변의 모든 신호가 고정 발진기의 출력 주파수의  $1/4$ 에 해당하는 주파수로 변환되는 것은 아니고, 나이퀴스트 슬롭(Nyquist Slop)라고 불리우는 부분에 존재하는 신호 성분들만이 변환된다.

도 7은 반송파 신호 성분인 파일럿 신호의 주파수와 나이퀴스트 슬롭에 대한 것이다.

나이퀴스트 슬롭은 전송하려고 하는 데이터의 정보량과 전송시에 사용되는 신호의 대역폭(bandwidth)에 의해 결정된다.

그리고 펄셈기(611)의 출력은 반송파의 주파수에 해당하는 성분만을 추출하는 통과 대역 필터(612)를 거쳐 반송파의 위상 오차를 검출하기 위하여 가드너 위상 오차 검출기(613)에 입력된다. 가드너 위상 오차 검출기(613)는 고정 발진기(602)의 출력 주파수의  $1/4$ 에 해당하는 주파수 신호로부터 위상 오차를 검출하여 저역 통과 필터(614)를 거쳐 제 1 NCO(605)에 입력되어 반송파 복구가 가능하도록 한다.

본 발명의 제 1 실시예에서 유사 오프셋 직교 진폭 변조 방식을 사용하는 것은 가드너(Gardner) 방식의 심볼 타이밍 복구 알고리즘을 반송파 복구에 활용하기 위한 것이고, 반송파 신호가 완전히 없어진 경우에도 반송파 복구가 가능하도록 하기 위하여 비선형 연산기인 제곱기를 사용한다.

본 발명의 제 1 실시예에 따른 반송파 복구 장치는 반송파 뿐 아니라 반송파 신호 주변에 있는 신호, 즉 나이퀴스트 슬롭에 있는 신호들을 반송파 복구에 사용

하므로 수신된 신호에 심한 선형 잡음으로 인하여 반송파 신호 성분이 완전히 없어진 경우에도 반송파 복구가 가능하다.

그러나 전송 채널 상에 존재하는 선형 잡음에 의하여 반송파 신호와 나이퀴스트 슬롯에 있는 신호까지 없어진 경우에는 정상적인 반송파 복구가 어려울 수 있다.

이를 고려한 반송파 복구 장치를 이하에서 설명한다.

도 8은 본 발명의 제 2 실시예에 따른 반송파 복구 장치의 구성 블록도이다.

도 8의 반송파 복구 장치는 수신 신호에 반송파 신호와 나이퀴스트 슬롯에 있는 신호 성분들이 없어진 경우에도 반송파 복구가 가능하도록 하는 경우에 대한 실시예이다.

본 발명의 제 2 실시예에 따른 반송파 복구 장치는 먼저, 입력되는 아날로그의 통과 대역(passband) 신호를 고정 발진기(Fixed Oscillator)(802)의 출력 주파수를 사용하여 디지털의 통과 대역 신호로 변환하는 A/D 변환기(801)와, A/D 변환기(801)에서 출력되는 디지털 신호를 실수 신호(real signal)와 직교 신호(quadrature signal)로 나누는 위상 분리기(phase splitter)(803)와, 통과 대역의 실수와 직교 두개의 신호와 제 1 NCO(Numerically Controlled Oscillator; NCO #1)(805)에서 출력되는 위상 오차와 비례하는 복소 반송파와 복소 곱셈을 수행하여 두개의 기저 대역(baseband) 신호,  $\{i(t), q(t)\}$ ,로 변형하여 실수의 기저 대역 신호,  $i(t)$ 는 디지털 처리부(digital processor)(806)와 제 2 복소 곱셈기(807)로 전달하고, 직교의 기저 대역 신호,  $q(t)$ 는 제 2 복소 곱셈기(807)로 출력하는 제 1

복소 곱셈기(complex multiplier)(804)와, 제 1 복소 곱셈기(804)의 실수의 기저 대역 신호,  $i(t)$ 와 직교의 기저 대역 신호,  $q(t)$ 를 제 2 NCO(NCO #2)(808)의 출력 신호에 의하여 새로운 통과 대역 신호 즉, 유사 오프셋 직교 진폭 변조 신호  $i'(t), q'(t)$ 로 변형하는 제 2 복소 곱셈기(807)와, 제 2 복소 곱셈기(807)에서 출력되는 실수와 직교의 두 개의 유사 오프셋 직교 진폭 변조(Like Offset QAM) 신호의 절대값을 계산하는 제 1,2 절대값 계산부(809)(810)와, 제 1,2 절대값 계산부(809)(810)의 출력 신호를 뺄셈 연산하는 뺄셈기(811)와, 뺄셈기(811)의 출력으로부터 반송파의 주파수에 해당하는 성분만을 추출하는 통과 대역 필터(band pass filter)(812)와, 필터링된 신호의 위상 오차를 검출하는 가드너 위상오차 검출기(813)와, 가드너 위상 오차 검출기(813)의 출력을 저역 통과 필터링하여 반송파 복구가 가능하도록 제 1 NCO(805)로 출력하는 루프 필터(814)를 포함하고 구성된다.

본 발명의 제 2 실시예는 두개의 제곱기 대신 두개의 절대값 계산부(809)(810)를 사용한 것이 특징으로 다른 블록들의 기능은 도 6에서와 동일하다.

두개의 유사 오프셋 직교 진폭 변조 신호의 절대값을 계산하여 서로 빼면 반송파 신호 성분과 모든 데이터 구간에는 성분들이 고정 발진기의 출력 주파수의 1/4에 해당하는 주파수로 변환되므로, 본 발명의 제 2 실시예에 따른 반송파 복구 장치는 수신 신호에 반송파 신호와 나이퀴스트 슬롯에 있는 신호 성분들이 없어진 경우에도 반송파 복구가 가능하도록 한다.

### 【발명의 효과】

이와 같은 본 발명에 따른 반송파 복구 장치는 반송파 신호 뿐 아니라 데이터 구간에 존재하는 반송파의 위상 오차 성분까지 사용하여 반송파 복구를 수행하여 반송파 복구부가 정상적인 동작을 할 수 없는 경우에도 반송파 복구가 가능하도록 하는 효과가 있다.

또한, 수신 신호에 반송파 신호와 나이퀴스트 슬롯에 있는 신호 성분들이 없어진 경우에도 반송파 복구가 가능하도록 하여 디지털 수신기의 성능을 향상시킬 수 있다.

이상 설명한 내용을 통해 당업자라면 본 발명의 기술 사상을 일탈하지 아니하는 범위에서 다양한 변경 및 수정이 가능함을 알 수 있을 것이다.

따라서, 본 발명의 기술적 범위는 실시예에 기재된 내용으로 한정되는 것이 아니라 특허 청구의 범위에 의하여 정해져야 한다.

【특허 청구범위】

【청구항 1】

디지털화된 특정 채널의 통과 대역 신호를 반송파 복구를 통해 기저대역 신호로 변환하는 반송파 복구 장치에 있어서,

고정 주파수에 의해 디지털 변환된 통과 대역 신호의 위상을 분리하는 위상 분리기;

위상 분리된 실수 신호, 직교 신호를 위상 오차에 비례하는 복소 반송파와 복소 곱셈하여 두 개의 기저 대역 신호  $i(t), q(t)$ 로 변형하는 제 1 복소 곱셈기;

상기 기저 대역 신호  $i(t), q(t)$ 를 이용하여 유사 오프셋 직교 진폭-변조 신호  $i'(t), q'(t)$ 를 출력하는 제 2 복소 곱셈기;

상기  $i'(t), q'(t)$ 를 각각 비선형 연산한후 서로 감산하여 나이퀴스트 슬롯에 위치하는 성분들의 주파수를 변환하는 제 1,2 곱셈기 및 뺄셈기;

변환된 신호중에서 반송파의 주파수 성분에 해당하는 성분만을 추출하는 통과 대역 필터;

필터링된 신호의 위상 오차를 검출하는 가드너 위상 오차 검출기;

검출된 위상 오차를 여과하고 이에 비례하는 복소 반송파를 생성하여 제 1 복소 곱셈기로 출력하는 필터 및 발진기를 포함하는 것을 특징으로 하는 반송파 복구 장치.

【청구항 2】

제 1 항에 있어서, 제 1,2 곱셈기 및 뺄셈기에 의해 나이퀴스트 슬롯에 위치

하는 성분들의 주파수가 고정 주파수의 1/4에 해당하는 주파수로 변환되는 것을 특징으로 하는 반송파 복구 장치.

【청구항 3】

제 1 항에 있어서, 제 2 복소 곱셈기는 기저 대역 신호  $i(t), q(t)$ 와 NCO로부터의 발진 신호를 복소 곱셈하여 통과 대역의 유사 오프셋 직교 진폭 변조 신호  $i'(t), q'(t)$ 를 출력하는 것을 특징으로 하는 반송파 복구 장치.

【청구항 4】

제 1 항에 있어서, 나이퀴스트 슬롭의 범위는 전송하기 위한 데이터의 정보량과 전송시에 사용되는 신호의 대역폭(bandwidth)에 의해 결정되는 것을 특징으로 하는 반송파 복구 장치.

【청구항 5】

디지털화된 특정 채널의 통과 대역 신호를 반송파 복구를 통해 기저대역 신호로 변환하는 반송파 복구 장치에 있어서,

고정 주파수에 의해 디지털 변환된 통과 대역 신호의 위상을 분리하는 위상 분리기;

위상 분리된 실수 신호, 직교 신호를 위상 오차에 비례하는 복소 반송파와 복소 곱셈하여 두 개의 기저 대역 신호  $i(t), q(t)$ 로 변형하는 제 1 복소 곱셈기;

상기 기저 대역 신호  $i(t), q(t)$ 를 이용하여 유사 오프셋 직교 진폭 변조 신호  $i'(t), q'(t)$ 를 출력하는 제 2 복소 곱셈기;

상기  $i'(t), q'(t)$ 의 절대값을 계산한후 서로 감산하여 반송파 신호 성분과

모든 데이터 구간에 있는 성분들의 주파수를 변환하는 제 1,2 절대값 계산부 및 뿔샘기;

변환된 신호중에서 반송파의 주파수 성분에 해당하는 성분만을 추출하는 통과 대역 필터;

필터링된 신호의 위상 오차를 검출하는 가드너 위상 오차 검출기;

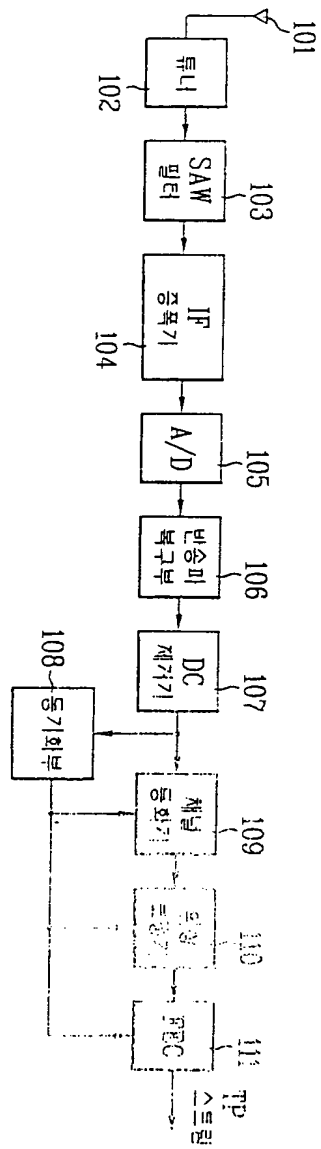
검출된 위상 오차를 여과하고 이에 비례하는 복소 반송파를 생성하여 제 1 복소 곱셈기로 출력하는 필터 및 발진기를 포함하는 것을 특징으로 하는 반송파 복구 장치.

#### 【청구항 6】

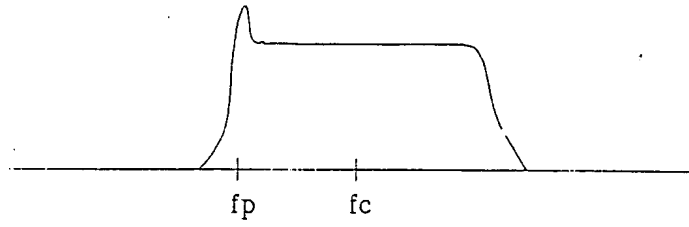
제 5 항에 있어서, 제 1,2 절대값 계산부 및 뿔샘기에 의해 반송파 신호 성분과 모든 데이터 구간에 있는 성분들의 주파수가 고정 주파수의 1/4에 해당하는 주파수로 변환되는 것을 특징으로 하는 반송파 복구 장치.

【도면】

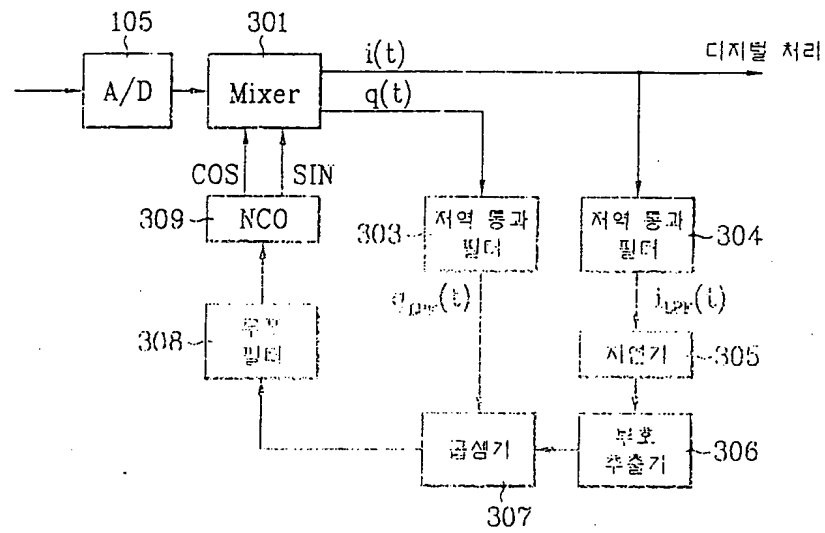
【도 1】



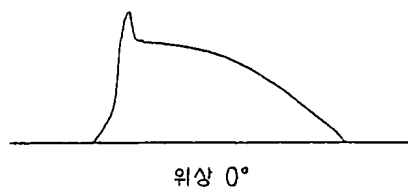
【도 2】



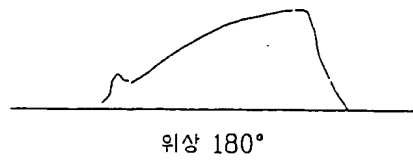
【도 3】



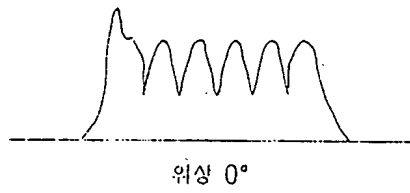
【도 4a】



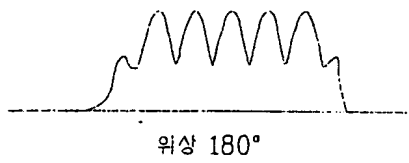
【도 4b】



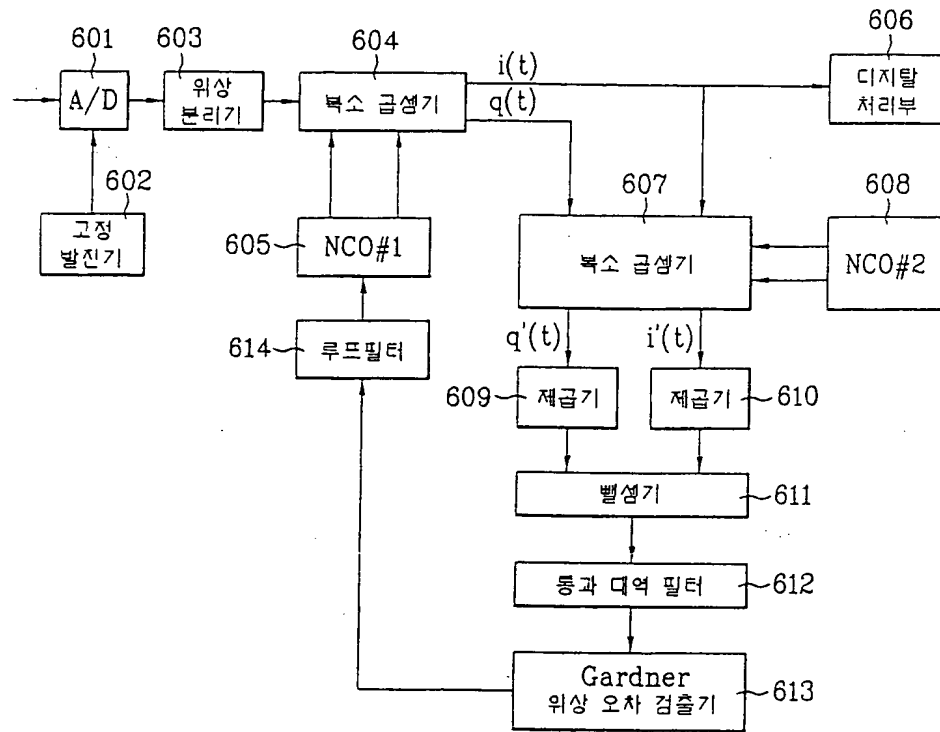
【도 5a】



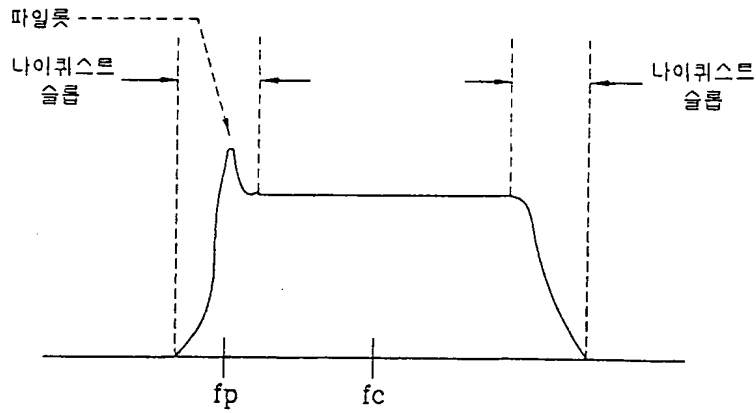
【도 5b】



【도 6】



【도 7】



【도 8】

